



Art Unit: 1723

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Examiner: Charles E. Cooley  
Applicant: Alfred Fuglister  
Serial No.: 10/699,988  
Filed: November 3, 2003  
Title: Static Mixer for High-Viscosity Media

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450  
Box PCT

**SUBMISSION OF PRIORITY PAPERS**

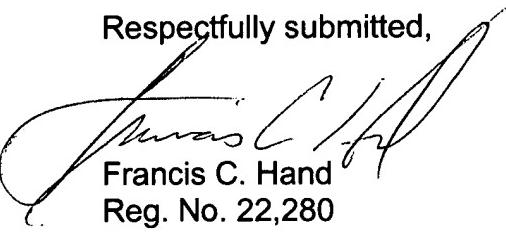
Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of European Patent Application 02406099.8 filed December 12, 2002 in order to claim and perfect applicant's claim to priority pursuant to the provisions of 35 USC 119.

<b><u>FIRST CLASS CERTIFICATE</u></b>	
I hereby certify that this correspondence is being deposited today with the U.S. Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to:	
Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, VA 22313-1450	
Francis C. Hand, Esq.	11-28-05 Date

#275066v1

Respectfully submitted,



Francis C. Hand  
Reg. No. 22,280

CARELLA, BYRNE BAIN, GILFILLAN,  
CECCHI, STEWART & OLSTEIN  
Five Becker Farm Road  
Roseland, NJ 07068  
Phone: 973-994-1700  
Fax: 973-994-1744

This Page Blank (uspto)



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02406099.8

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office  
Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

This Page Blank (uspto)



Anmeldung Nr.:  
Application no.: 02406099.8  
Demande no.:

Anmeldetag:  
Date of filing: 12.12.02  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Sulzer Chemtech AG  
Hegifeldstrasse 10  
8404 Winterthur  
SUISSE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Statischer Mischer für hochviskose Medien

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/Stätte/Date/File n°./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

B29C45/46

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL  
PT SE SI SK TR

This Page Blank (uspto)

**Sulzer Chemtech AG, CH-8404 Winterthur, Schweiz**

5

**Statischer Mischer für hochviskose Medien**

**Die Erfindung betrifft einen statischen Mischer für hochviskose Medien gemäss Oberbegriff von Anspruch 1 und ein Mischelement zu diesem Mischer.**

- 10    Aus der EP-A 0 646 408 ist ein statischer Mischer bekannt, mit dem sich hochviskose Polymerschmelzen homogenisieren lassen. Dieser Mischer ist als Mischkopf in der Düse einer Spritzgiessmaschine oder als Schmelzemischer im Anschluss an die Schnecke eines Extruders verwendbar. Er hat eine zylindrische Form und besteht aus mehreren Mischelementen sowie Hülsen, die in den zylindrischen Hohlraum eines Gehäuses eingesetzt sind. Die Mischelemente sind gegossene Körper. Sie enthalten Strukturen, beispielsweise Gitterstrukturen, die einen Mischvorgang in einer durchfliessenden Schmelze bewirken. Die in der EP-A 0 646 408 gezeigten Mischerstrukturen sind aus durch Stege gebildeten Lagen 15 aufgebaut. Die Lagen sind in Richtung der Längsachse des Gehäuses parallel ausgerichtet. Die Stege benachbarter Lagen kreuzen sich. Bei einer bevorzugten Ausführungsform bilden die Hülsen zusammen mit flanschartigen Ringen der Mischerstrukturen einen rohrförmigen Mantel, innerhalb dem die Mischerstrukturen hintereinander angeordnet sind. In 20 benachbarten Mischerstrukturen sind die Orientierungen der Lagen jeweils um einen vorgegebenen Winkel, vorzugsweise um 90°, gegeneinander 25 versetzt.

- In Spritzgiessmaschinen werden Polymerschmelzen bei hohem Druck und pulsierend in Giessformen (den Werkzeugen) eingespritzt. Es sind Spritzgiessmaschinen in einer Weise weiter entwickelt worden, dass sich die Durchsatzleistungen sowie die Einspritzdrücke vergössern lassen. Aufgrund
- 5 hoher Wechselbelastungen ergeben sich Spannungsspitzen, welche die eingebauten Mischelemente mechanisch stärker beanspruchen.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen statischen Mischer zu schaffen, der den Anforderungen in den neueren Spritzgiessmaschinen besser gewachsen ist. Diese Aufgabe wird durch den im Anspruch 1 definierten Mischer gelöst.

- 10 Der statische Mischer für ein hochviskoses, strömendes Fluid umfasst Mischelemente, die monolithisch ausgebildet sind, und röhrenförmige Hülsenelemente, mittels denen die Mischelemente positioniert sind, sowie ein Gehäuse, in das die Hülsenelemente zusammen mit den Mischelementen eingeschoben sind. Die Mischelemente weisen jeweils eine Gitterstruktur auf.
- 15 Stege dieser Gitterstruktur kreuzen sich auf Kreuzungsstellen, die auf balkenartigen Bereichen quer zu einer Hauptströmungsrichtung des Fluids angeordnet sind, wobei die Hauptströmungsrichtung durch eine Längsachse des Gehäuses gegeben ist. Die Hülsenelemente stehen an ihren Enden über Stoßflächen in Kontakt. An diesen Enden bestehen Aussparungen, in die
- 20 formschlüssig - in einer zu den Aussparungen komplementären Form - zwei Rippen der Mischelemente eingelegt sind. Die Rippen sind ringsegmentartig ausgebildet. Zwei Endflächen jeder Rippe sind so angeordnet, dass Mittelpunkte der Endflächen jeweils durch Linien verbindbar sind, die zumindest angenähert gleich wie die balkenartigen Bereiche der
- 25 Kreuzungsstellen ausgerichtet sind. Diese balkenartigen Bereiche haben Querschnittsflächen, die nicht grösser als radiale Querschnittsflächen der Rippen sind.

- Die abhängigen Ansprüche 2 bis 4 betreffen vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemässen Mixers. Die Ansprüche 5 und 6 beziehen sich auf
- 30 das Mischelement dieses Mixers.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein bekanntes Mischelement,
- Fig. 2 teilweise abgebildet eine Düse mit Mischkopf,
- Fig. 3 Längsschnitt durch das Mischelement der Fig. 1 und ein Hülsenelement,
- 5 Fig. 4 ein erstes erfindungsgemässes Mischelement,
- Fig. 5 ein zweites erfindungsgemässes Mischelement,
- Fig. 6 eine weiter modifizierte Ausführungsform und
- Fig. 7 ein Hülsenelement für das Mischelement der Fig. 6.
- Ein statischer Mischer, der für die Homogenisierung eines hochviskosen  
10 Fluidstroms vorgesehen ist, umfasst ein Gehäuse, in das Mischelemente  
zusammen mit rohrstückartigen Hülsenelementen eingeschoben sind. Mit den  
Hülsenelementen werden die Mischelemente positioniert. In den Figuren 1  
und 3 ist ein bekanntes Mischelement 1 abgebildet, das monolithisch  
ausgebildet ist und sich beispielsweise mittels Präzisionsguss herstellen lässt.  
15 Bei diesem Verfahren wird eine Gussform mit einem Wachskörper,  
Aufbringen einer keramischen Hülle auf den Wachskörper, anschliessendem  
Entfernen des Wachses und Brennen der keramischen Hülle gebildet. Das zu  
homogenisierende Fluid, eine Polymerschmelze 20, durchströmt einen  
statischen Mischer 2 in einem Gehäuse 3 - siehe Fig. 2 - in einer  
20 Hauptströmungsrichtung 30, die durch eine Längsachse des Gehäuses 3  
gegeben ist.
- Eine mischwirksame Struktur - nämlich die gitterartige Mischerstruktur 10 -  
und ein Ring 4 bilden das Mischelement 1 in Form eines monolithischen  
Körpers. Die Mischerstruktur 10 setzt sich aus in Lagen angeordneten Stegen  
25 11 zusammen. Die Stege 11 weisen jeweils einen rechteckigen oder  
quadratischen Querschnitt auf. Die Lagen sind in Hauptströmungsrichtung 30  
parallel zueinander orientiert. Die Stege 11 benachbarter Lagen kreuzen sich  
und schliessen bezüglich der Hauptströmungsrichtung 30 einen einheitlichen

Winkel von 45° ein. Dieser Winkel kann auch einen Wert zwischen 10 und 70° haben. Die Stege 11 der Mischerstruktur 10 kreuzen sich an Kreuzungsstellen 12, die auf balkenartigen Bereichen 13 quer zur Hauptströmungsrichtung 30 angeordnet sind.

- 5 In Fig. 2 ist das Gehäuse 3 mit dem statischen Mischer 2 abgebildet, nämlich eine Düse 31 mit einem Mischkopf, wie sie in Spritzgiessmaschinen zum Einsatz kommt. Beim statischen Mischer 2 erkennt man Hülsen - die Hülsenelemente 5 - und Ringe 4 der Mischelemente 1. Der statische Mischer 2 hat einen äusseren Durchmesser, mit dem er formschlüssig in den zylindrischen Innenraum des Gehäuses 3 passt.
- 10

Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch das Mischelement 1 der Fig. 1 und durch einen Teil eines Hülsenelements 5. Der Umriss eines benachbarten Mischelements 1' ist - zu einem Teil - strichpunktiert angegeben. Die Schnittfläche dieses Längsschnitts liegt entlang der Grenze zwischen zwei benachbarten Lagen. In diesem Schnitt sind die balkenartigen Bereiche 13 der Kreuzungsstellen 12 als Querschnitte erkennbar. Nachfolgend werden diese Bereiche kurz "Kreuzungsbalken 13" genannt.

15

Bei der Verwendung des statischen Mischers 2 in einer Spritzgiessmaschine wird das Mischelement 1 einer Belastung ausgesetzt, die zu einem anisotropen Dehnungsverhalten führt: Aufgrund des hohen Drucks, mit der die Polymerschmelze 20 gefördert werden muss, vergrössert sich das Volumen des Gehäuseinnenraums. Das Mischelement 1 gibt dieser Volumenänderung in Richtung quer zu den Kreuzungsbalken 13 nach (Pfeile 24a, 24b in Fig. 1). Senkrecht zu dieser Richtung, d.h. in Richtung der Kreuzungsbalken 13 ist eine Deformation wesentlich geringer. Ein Pulsieren des Drucks hat eine periodische Formänderung des Mischelements 10 zur Folge, die im Ring 4 mit hohen lokalen Spannungen verbunden ist.

20

25

Fig. 4 zeigt ein erstes erfindungsgemässes Mischelement 1, in dem wesentlich geringere Belastunsspitzen auftreten. Während das bekannte Mischelement einen umlaufenden Ring 4 aufweist, liegen nun im neuen Mischelement zwei Ringsegmente oder Rippen 41 und 42 vor. Diese neue Geometrie erlaubt ein Dehnungsverhalten, das - verglichen mit jenem des

30

bekannten, in der Fig. 1 gezeigten Mischelementen 1 - wesentlich ausgeglichener ist, so dass geringere Maximalspannungen auftreten. Die pulsiert geförderte Polymerschmelze 20 übt daher mit einem auf- und abschwellenden Druck eine weniger hohe Materialbelastung aus.

- 5 Die Hülsenelemente 5 stehen an ihren Enden über Stossstellen in Kontakt. An diesen Enden bestehen Aussparungen, in die zwei Rippen 41, 42 der Mischelemente 1 formschlüssig - in einer zu den Aussparungen komplementären Form - eingelegt sind (vgl. Figuren 8 und 7). Die Rippen 41, 42 sind im wesentlichen parallel zu den Kreuzungsbalken 13: Zwei
- 10 Endflächen 41a, 41b bzw. 42a, 42b der Rippen 41, 42 sind jeweils so angeordnet, dass Mittelpunkte dieser Endflächen durch Linien verbindbar sind, die zumindest angenähert gleich wie die Kreuzungsbalken 13 ausgerichtet sind. Radiale Querschnittsflächen der Rippen 41, 42 werden aus Festigkeitsgründen mit grösseren Querschnittsflächen als bei den
- 15 Kreuzungsbalken 13 ausgebildet.

- Fig. 6 zeigt das Mischelement 1 der Fig. 5 in einer Ausführungsform, bei der Ecken einerseits an den Kreuzungsstellen 12 der Stege 11 und andererseits an den Verbindungsstellen der Stege 11 zu den Rippen 41, 42 als kontinuierlich gekrümmte Übergänge ausgebildet sind: In
- 20 Umgebungsbereichen dieser Übergänge sind Oberflächenelemente 111 und 112, die quer zu einander stehen, durch gerundete Flächenabschnitte 110 verbunden. Die Krümmungsradien dieser Flächenabschnitte 110 sind grösser als rund 10% eines diagonalen Stegdurchmessers. In den kerbartigen Ecken der in Fig. 5 abgebildeten Ausführungsform bilden sich im Betrieb
  - 25 Spannungsspitzen aus. Durch die Ausrundung der Ecken werden diese Spannungsspitzen erheblich verringert.

- Fig. 7 zeigt ein Hülsenelement 5 für das Mischelement 1 der Fig. 6. Keilförmige Aussparungen 54 für die Rippen 41, 42 sind auf Bereiche beschränkt, die sich nicht bis zu der Innenwand des Gehäuses 3 erstrecken.
- 30 Ein kleiner Kamm 53 an der äusseren Oberfläche des Hülsenelements 5 schirmt die Scheitel 45 der keilförmigen Rippen 41, 42 von einem Kontakt mit dem Gehäuse 3 ab. Dies ist beim Hineinschieben oder Herausziehen des Mischers 2 in das bzw. aus dem Gehäuse 3 vorteilhaft, da ein Verkanten nicht

- mehr auftritt und somit eine Montage des Mischers erheblich vereinfacht wird. In die Aussparungen 54 des Hülsenelements 5 kommt jeweils nur eine Hälfte der keilartigen Rippen 41, 42 zu liegen. Die anderen Hälften werden durch benachbarte Hülsenelemente aufgenommen (nicht dargestellt). Benachbarte
- 5 Hülsenelemente 5 stehen an ihren Enden über ebene Stossflächen 50 in Kontakt.

- Neben den bereits genannten Massnahmen, mit denen die mechanische Stabilität des Mischelements 1 verbessert wird (nämlich Rippen und gerundete Ecken), ist auch die Wahl eines optimalen Materials ein weiteres
- 10 Mittel zum gleichen Zweck. Inconel, insbesondere IN718, wird mit Vorteil als Gussmaterial für die Mischelemente 1 verwendet. Die Hülsenelemente 5 können aus einem Vergütungsstahl massgenau gefertigt werden.
- Die Rippen 41, 42 des gegossenen Mischelements 1 können an ihren Oberflächen durch Schleifen nachbearbeitet werden. Zweck einer solchen
- 15 Nachbearbeitung ist, einen exakten Formschluss in den Aussparungen 54 der Hülsenelemente 5 zu erhalten.

Patentansprüche

1. Statischer Mischer (2) für ein hochviskoses, strömendes Fluid (20) mit Mischelementen (1), die monolithisch ausgebildet sind, mit  
5 rohrstückartigen Hülsenelementen (5), mittels denen die Mischelemente positioniert sind, und mit einem Gehäuse (3), in das die Hülsenelemente zusammen mit den Mischelementen eingeschoben sind, wobei die Mischelemente jeweils eine Gitterstruktur (10) umfassen, Stege dieser Gitterstruktur sich auf Kreuzungsstellen (12) kreuzen, die auf balkenartigen Bereichen (13) quer zu einer  
10 Hauptströmungsrichtung (30) des Fluids angeordnet sind, und die Hauptströmungsrichtung durch eine Längsachse des Gehäuses gegeben ist,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Hülsenelemente an ihren Enden  
15 über Stossflächen (50) in Kontakt stehen, dass an diesen Enden Aussparungen (54) bestehen, in die formschlüssig - in einer zu den Aussparungen komplementären Form - zwei Rippen (41, 42) der Mischelemente eingelagert sind, dass die Rippen ringsegmentartig ausgebildet sind, dass zwei Endflächen (41a, 41b, 42a, 42b) jeder  
20 Rippe so angeordnet sind, dass Mittelpunkte der Endflächen jeweils durch Linien verbindbar sind, die zumindest angenähert gleich wie die balkenartigen Bereiche (13) der Kreuzungsstellen ausgerichtet sind, und dass diese balkenartigen Bereiche Querschnittsflächen haben, die nicht grösser als radiale Querschnittsflächen der Rippen sind.
- 25 2. Mischer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stege (11) jeweils einen rechteckigen, vorzugsweise zumindest angenähert quadratischen Querschnitt aufweisen, dass an den Kreuzungsstellen (12) der Stege und an den Verbindungsstellen der Stege zu den Rippen Übergänge so ausgebildet sind, dass in Umgebungsbereichen  
30 der Übergänge Oberflächenelemente (111, 112), die quer zu einander stehen, durch gerundete Flächenabschnitte (110) verbunden sind, und dass die Krümmungsradien dieser Flächenabschnitte grösser als 10% eines diagonalen Durchmessers der Stege sind.

3. Mischer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass radiale Querschnittsflächen der Rippen (41, 42) keilförmig sind, wobei ein Scheitel (45) der Keilform gegen aussen gerichtet ist.
  4. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussparungen (54) für die Rippen (41, 42) auf Bereiche beschränkt sind, die sich nicht bis zu einer Innenwand des Gehäuses erstrecken.
  5. Mischelement (1) für einen Mischer (2) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5.
- 10 6. Mischelement nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Rippen (41, 42) des Mischelements (1) an deren Oberflächen durch Schleifen nachbearbeitet sind, zum Zweck, einen exakten Formschluss in den Aussparungen (54) der Hülsenelemente (5) herzustellen.

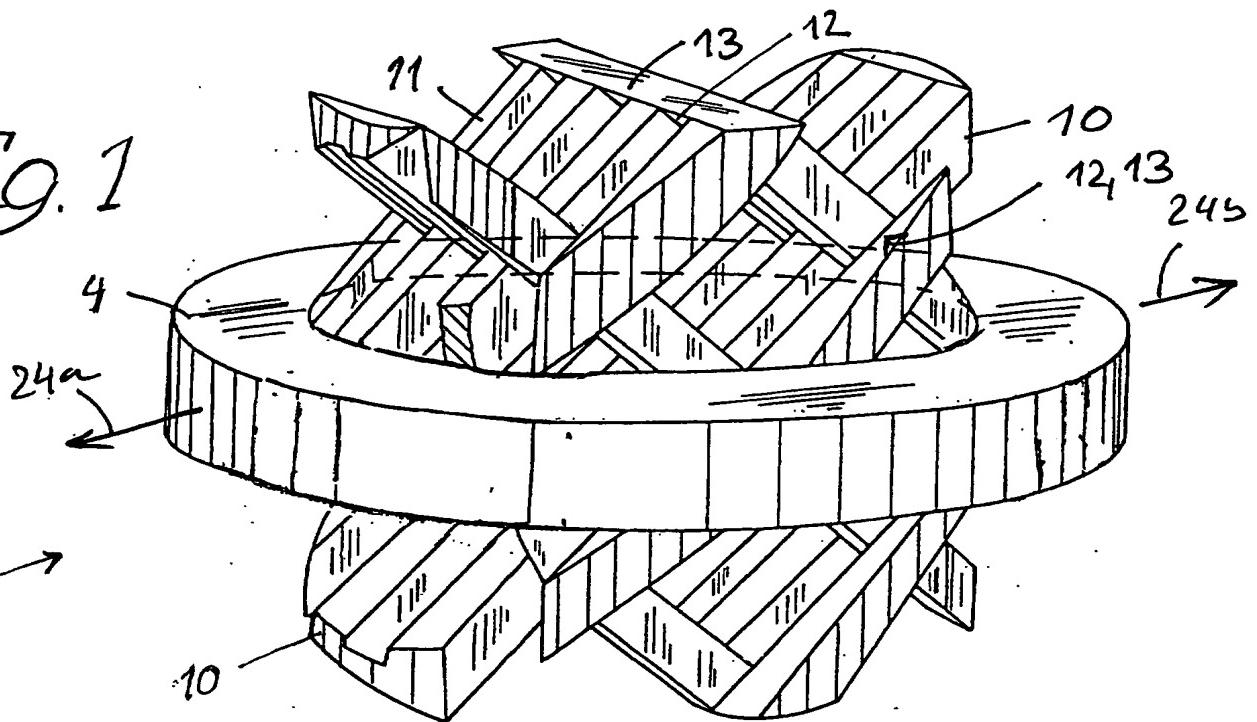
Zusammenfassung

Der statische Mischer (2) für ein hochviskoses, strömendes Fluid (20) umfasst  
5 Mischelemente (1), die monolithisch ausgebildet sind, und röhrestückartige  
Hülsenelemente (5), mittels denen die Mischelemente positioniert sind, sowie  
ein Gehäuse (3), in das die Hülsenelemente zusammen mit den  
Mischelementen eingeschoben sind. Die Mischelemente weisen jeweils eine  
Gitterstruktur (10) auf. Stege dieser Gitterstruktur kreuzen sich auf  
10 Kreuzungsstellen (12), die auf balkenartigen Bereichen (13) quer zu einer  
Hauptströmungsrichtung (30) des Fluids angeordnet sind, wobei die  
Hauptströmungsrichtung durch eine Längsachse des Gehäuses gegeben ist.  
Die Hülsenelemente stehen an ihren Enden über Stossflächen (50) in  
Kontakt. An diesen Enden bestehen Aussparungen (54), in die formschlüssig  
15 - in einer zu den Aussparungen komplementären Form - zwei Rippen (41, 42)  
der Mischelemente eingelegt sind. Die Rippen sind ringsegmentartig  
ausgebildet. Zwei Endflächen (41a, 41b, 42a, 42b) jeder Rippe sind so  
angeordnet, dass Mittelpunkte der Endflächen jeweils durch Linien verbindbar  
sind, die zumindest angenähert gleich wie die balkenartigen Bereiche (13) der  
20 Kreuzungsstellen ausgerichtet sind. Diese balkenartigen Bereiche haben  
Querschnittsflächen, die nicht grösser als radiale Querschnittsflächen der  
Rippen sind.

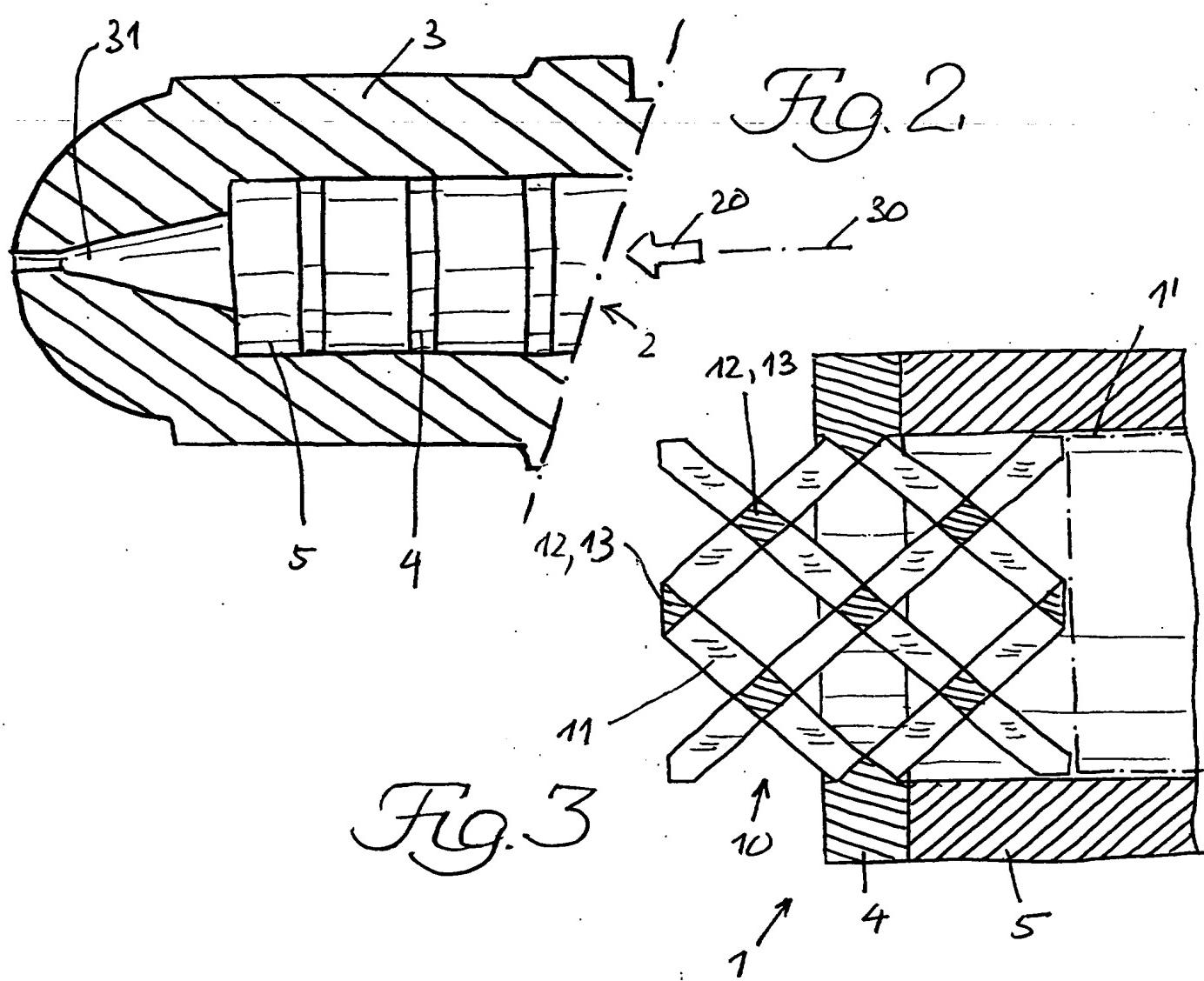
(Fig. 5)

Page Blank (uspto)

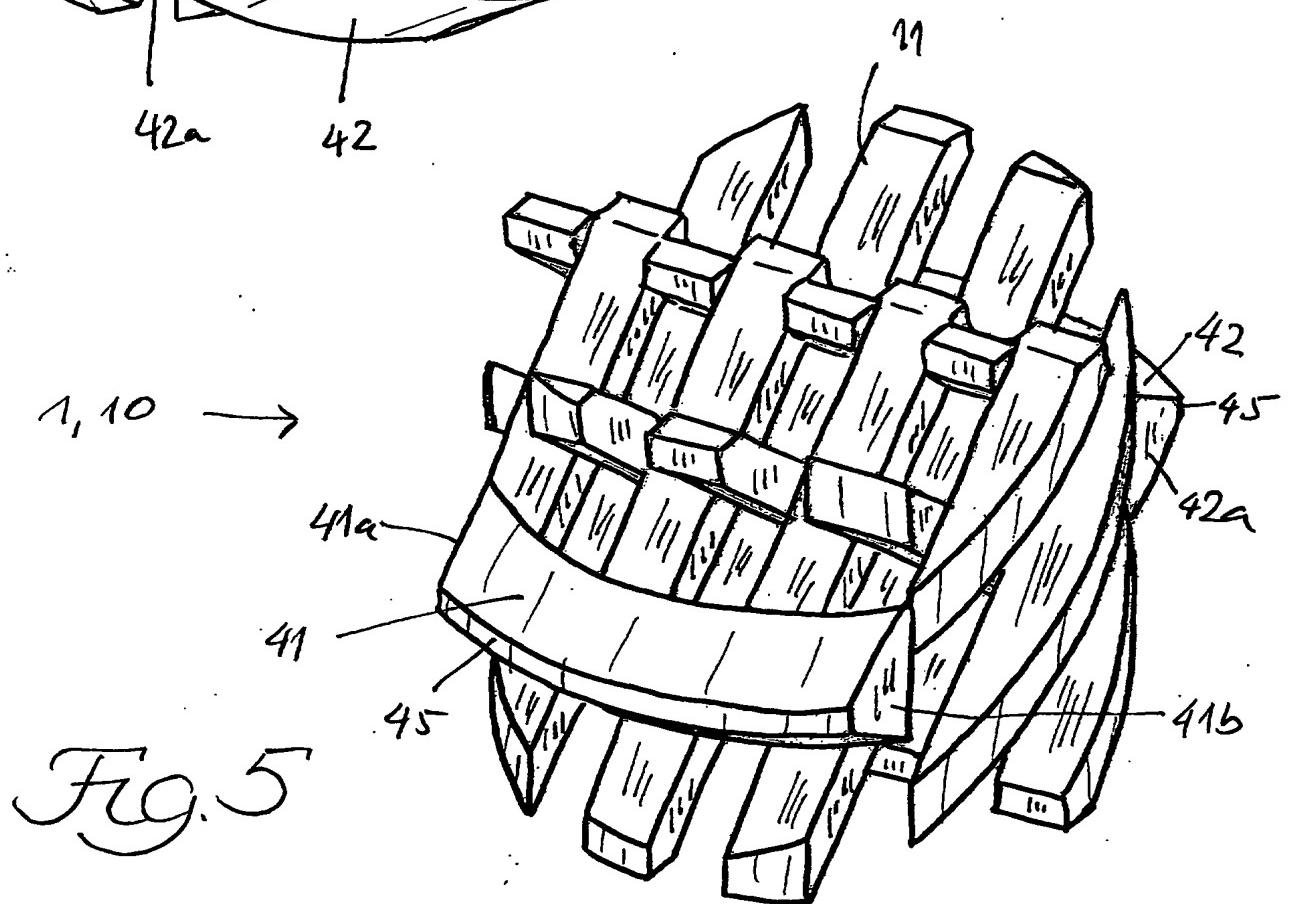
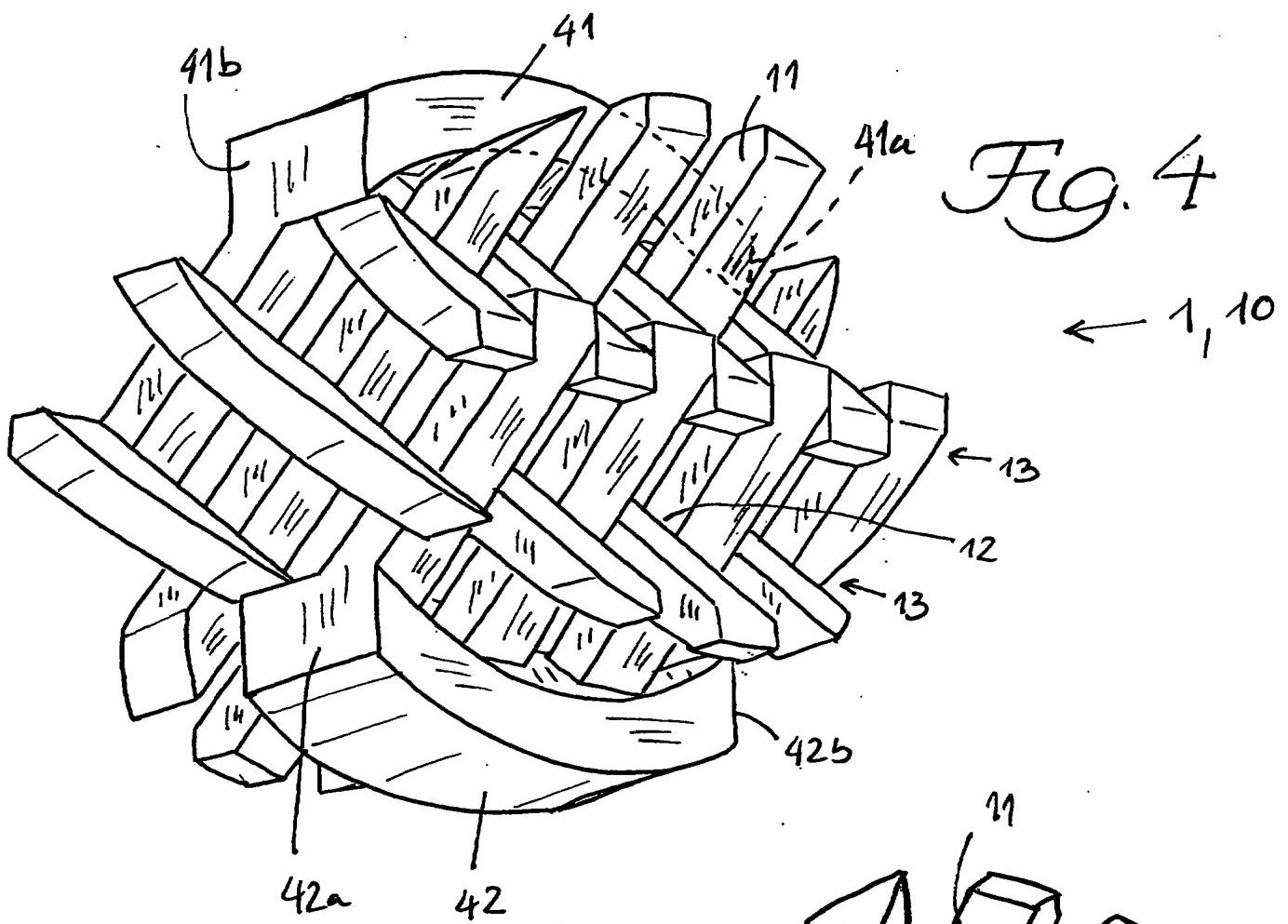
*Fig. 1*

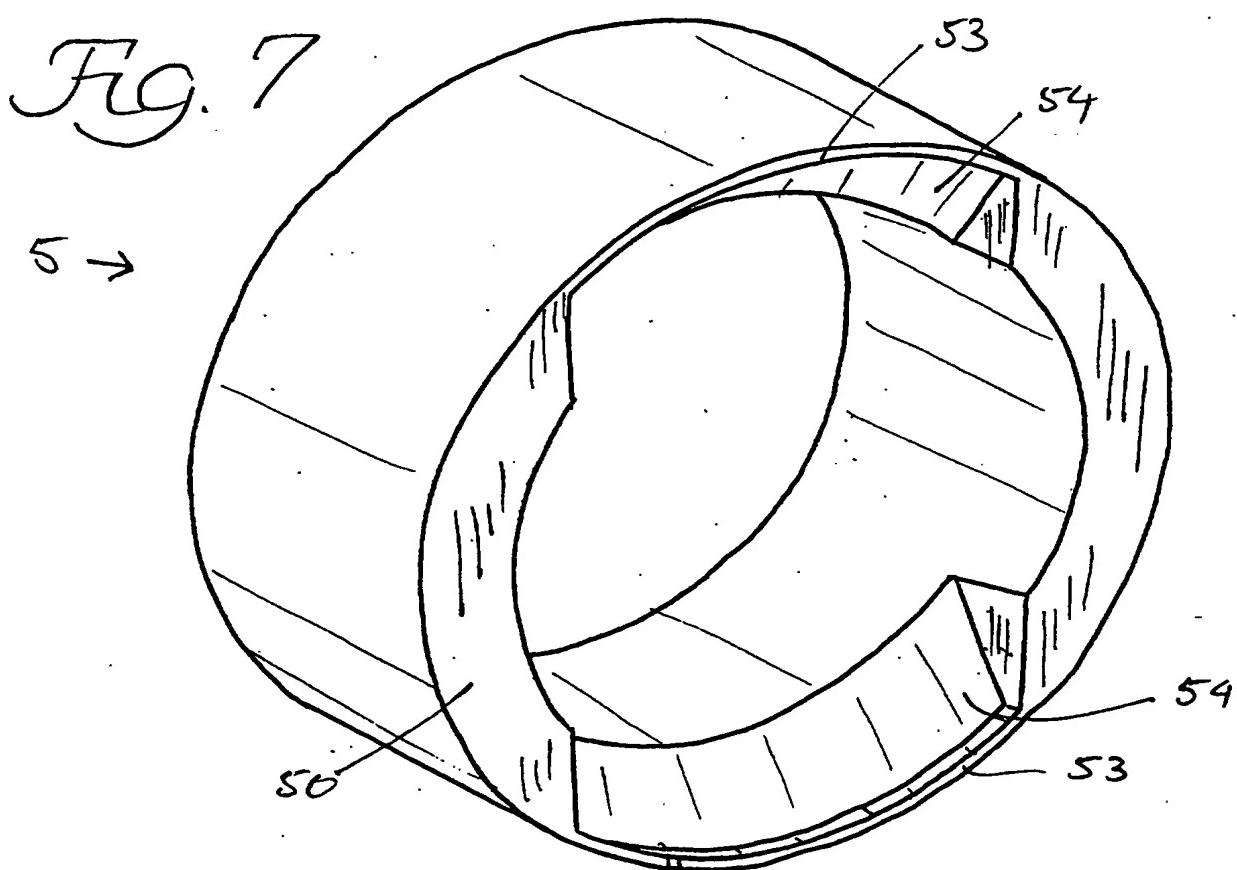
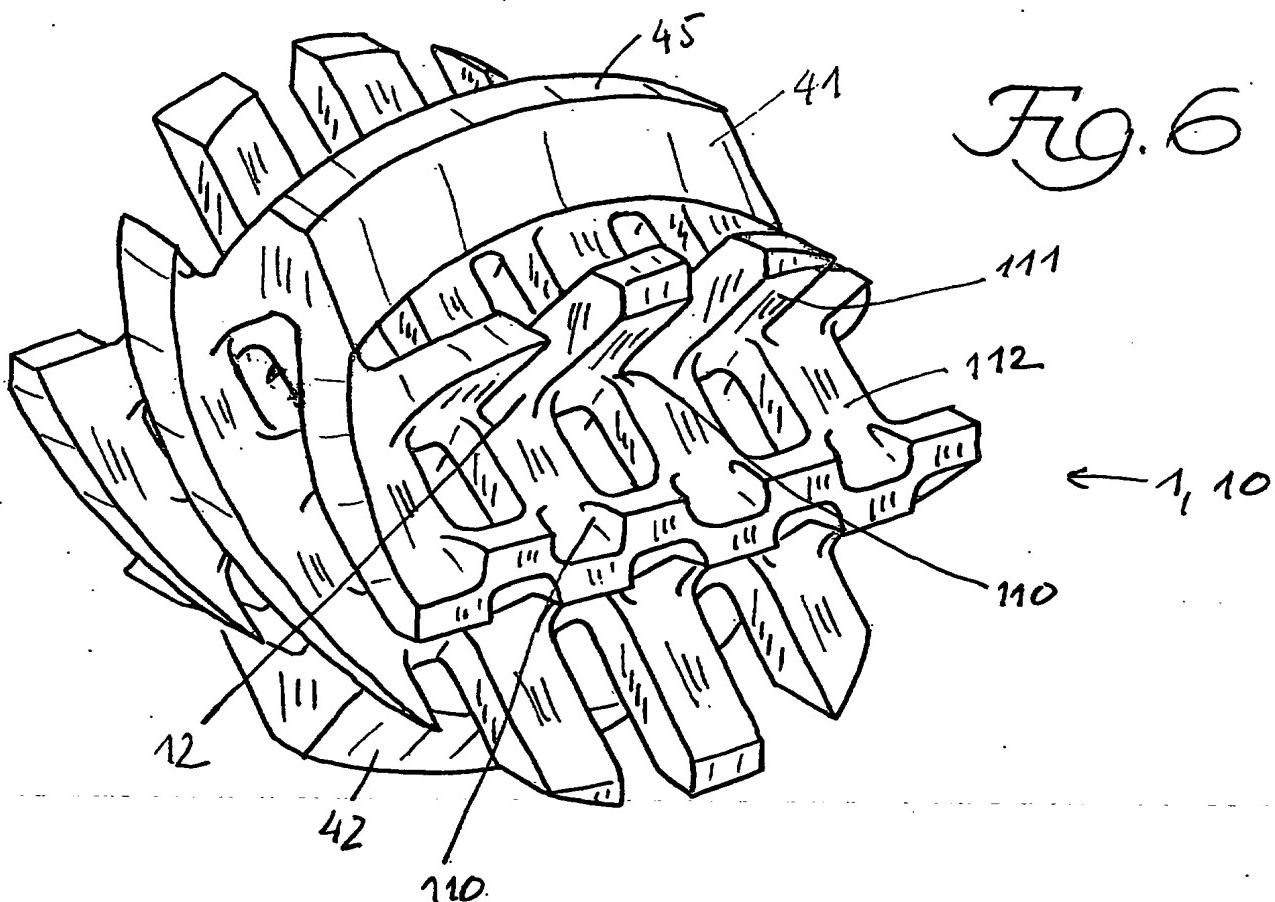


*Fig. 2*



*Fig. 3*





This Page Blank (uspto)